UDC 771.318.15＋771.531.2

小型迅速デジタルミニラボ“Frontier 340E”の開発

茂木　文雄*，田中　克彦*，高梨　照生*，山本　尚*，
小長谷　達也*，吉田　和昭**，鈴木　真**，中井　泰史***

Development of Digital Minilab System “Frontier 340E”

Fumio MOGI*, Katsuhiko TANAKA*, Teruo TAKANASHI*, Takashi YAMAMOTO*,
Tatsuya KONAGAYA*, Kazuaki YOSHIDA**, Makoto SUZUKI**, and Yasufumi NAKAI***

Abstract

The Frontier series of digital minilabs have won a worldwide acclaim for its incomparable print quality achieved by FujiFilm's exclusive laser technology. In 2001, we made small sized fully digital minilab Frontier 330 for the considerable numbers of smaller stores. Making use of Frontier 330's platform, Frontier 340E has evolved to have an enhanced processing capacity (from 650 prints/hr to 900 prints/hr for 3R size) with time-saving efficiency (from 3min. 40sec. to 1min. 40sec. of the dry-to-dry initial print finishing time), and also to a simple & easy operation system. The present evolution has been realized by combining improvements in both hardware and chemical technology, and by simple graphic user interface (GUI). For the above achievement, a new processing system including a submerged wiper-blade component system and a exclusively developed, new set of chemicals CP-49E. We are proud of the high adaptability of Frontier 340E to the specific requirements brought about by the recent digitization of image information due to the rapid prevalence of digital cameras, cell phone cameras, etc.

1. はじめに

当社は，世界初のフルデジタルミニラボ初代Frontierを1996年に発売して以来，レーザー露光技術やデジタル画像処理技術など高品質デジタルミニラボの研究開発を進めてきた。ミニラボ店向けに，各種処理能力のFrontier（以降FRと記載）シリーズ機FR350/370/390[1),2)]を順次市場導入し，デジタルプリントによる写真品質の大幅な向上を行った。この間に，デジカメの普及やカメラ付き携帯電話の登場など，市場環境は大きく変化し，広く市場のデジタル化に対応するため，市場で店舗数の多い小規模店舗にも設置できる小型フルデジタルミニラボFR330[3)]を2001年に発売し，小型から高処理能力までFRシリーズ4機種をそろえた。

さらに，デジタルメディアプリントは，撮影フィルムの現像処理が不要で，メディアからのプリント処理時間のみであることから，よりプリント処理の迅速化が求められるようになった。

Photo 1　Frontier 340E.

本誌投稿論文（受理2003年9月4日）
* 富士写真フイルム（株）宮台技術開発センター
〒258-8538　神奈川県足柄上郡開成町宮台798
* Miyanodai Technology Development Center
Fuji Photo Film Co.,Ltd.
Miyanodai, Kaisei-machi, Ashigarakami-gun,
Kanagawa 258-8538, Japan
** 富士写真フイルム（株）足柄研究所
〒250-0193　神奈川県南足柄市中沼210
** Ashigara Research Laboratories
Fuji Photo Film Co.,Ltd.
Minamiashigara, Kanagawa 250-0193, Japan
*** Fuji Photo Film U.S.A., Inc.
555 Taxter Road, Elmsford, NY10523, U.S.A.

FR340Eは，FR330の入出力機一体型のコンパクトなプラットフォームを活用し，FR330とほぼ同じ外観で，新規開発の迅速処理剤フジカラーシンプルイットCP-49Eとプロセッサ迅速処理機器技術により，処理時間を短縮し，処理能力を大幅に向上した。操作性も，GUI（Graphic User Interface）設計により一新したデジタルメディア時代の小型迅速デジタルミニラボである。大幅な性能向上にもかかわらず，FR330とプラットフォームを共通化したことで開発期間を大幅に短縮し，1年後の2002年から市場導入することができ，加速するデジタルメディア対応のニーズに応えることができた。

2. Frontier340Eの基本コンセプトと主な仕様

2.1 FR340Eの基本コンセプト

FR340Eの基本開発コンセプトを以下のように設定した。

① デジカメ時代への変化に対応
→ 迅速/ワンストップサービス

② 複雑な処理が簡単にできることが重要な価値を持つ時代
→ Simple & Easy オペレーション

FR340Eは，FR330の「多機能，超高画質プリント」や「設置面積約1.2m²」というコンパクトサイズを継承するとともに，迅速化と高能力化という「優れた処理能力」と，使い勝手でも「どなたにもわかりやすい画面表示機能」や，各種デジタルメディア対応と優れた拡張性という，「ｅピクチャービジネスに対応」する革新的な新しい技術を搭載した。

FR340EのEは，Express（迅速），Easy operation（簡単操作），E picture(プリントビジネス拡大)という意味が込められている。

2.2 基本仕様

FR340Eの基本仕様をTable 1にまとめた。

Table 1 Main Specification of Frontier 340E.

項目	内　　容
プリント方式	フルデジタル（入力：エリアＣＣＤ，出力：ＬＤ／ＳＨＧ走査露光）
構成	入出力一体型
画像処理	ハイパーＡＣＣＳ、完全自動傷／ごみ消去機能搭載
拡張性	内蔵ＰＣ又は＋外部ＰＣにてＦ－ＤＩに接続可
ネガキャリア	１３５／ＡＰＳ兼用キャリア
実作業処理能力	１２７㎜幅Ｌサイズ→約９００枚／時
デジカメ処理能力	ＤＩコントローラ使用：１２７㎜幅Ｌサイズ→約７５０枚／時 ＤＩコントローラ非使用：同上→７５０枚／時
処理時間（Dry to Dry）	約１分４０秒
ケミカル供給方法	シンプルイット方式
使用ケミカル	ＣＰ－４９Ｅ
使用ペーパー	FUJICOLOR EVER-BEAUTY PAPER for LASER
最大プリントサイズ	８×１２（W六ツ）、Ａ４
フィルムサイズ／種	１１０、１３５Ｆ＆Ｈ、ＡＰＳ、１２０、２２０／ネガ、ＲＶ
床投影面積	約１．２㎡

また，FR340EとFR330との仕様の違いをTable 2にまとめた。

Table 2 Technical Advantages of Frontier 340E.

項目	Frontier340E	Frontier330
処理能力 プリント能力向上	L：横 900 枚，縦 670 枚　（毎時） 4R：横 800 枚，縦 570 枚	L：横 650 枚，縦 480 枚　（毎時） 4R：横 570 枚，縦 410 枚
プリント時間短縮	Dry to Dry：１分４０秒（100 秒）	Dry to Dry：３分４０秒（220 秒）
画像処理速度向上	画像処理 DSP 基板６枚	画像処理 DSP 基板４枚
	CPU クロック：1.2GHz メモリークロック：100MHz メモリー：512MB	CPU クロック：566MHz メモリークロック：66MHz メモリー：384MB
操作性改善	Easy & Simple オペレーション機能（GUI 搭載）	従来フロンティア操作仕様
ﾘﾊﾞｰｻﾙﾌｨﾙﾑの1ch 性向上	R 光 LED の波長を15nm 短波側へシフト	
ソーター件数増加	積み重ね方式採用（平積み併用） 縦Ｌ：５件，4R：５件，A4：２件 横Ｌ：８件，4R：７件，A4：２件	平積み方式 縦Ｌ：３件，4R：３件，A4：１件 横Ｌ：４件，4R：４件，A4：１件
濃度計	AD200（新濃度計）	AD100

基本構成をFig. 1に示す。入力部，プリンター部，プロセッサ部のレイアウトはFR330のプラットフォームを流用しており，基本構成はFR330と同じである。しかしながら，Table 2で示したように，処理能力約4割アップとDry to Dry時間の大幅短縮，Easy & Simpleオペレーション機能など，ハードからソフトまで数多くの新しい技術を搭載した。特に，プロセッサ部は新しく開発した迅速処理剤CP-49Eに対応する新規の水洗部液中ブレード構造を採用し，処理槽から処理ラックまで全面的に新規設計を行った。補充部は，フロンティアシリーズで好評を得ているカートリッジワンタッチ装填のフジカラーシンプルイットケミカル方式を迅速処理剤でも採用した。FR330の優れた部分を継承しつつ新規技術を投入し，大幅な機能向上を図っている。

FR340Eの基本コンセプトを支える新規技術について，入力部/画像処理部，プリンター部，プロセッサ部，ソフトウェア技術，迅速処理剤技術について順に解説する。

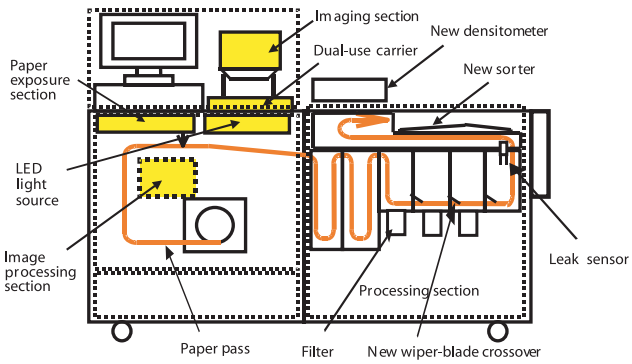


Fig. 1 Schematic drawing of frontier 340E.

3. 入力部/画像処理部

入力部は，FR330で好評であった135/APS兼用化キャリアや消費電力の小さいLED撮像光源を流用した。画像処理部も，FR330から標準搭載した自動傷消し・ゴミ消し機能などを継承した。

3.1　新 LED 光源

FR330 に対して，リバーサルフィルム 1 チャンネル性能向上のために，R の LED を変更した。FR340 の R の LED は，FR330 の R に比べて 15nm 程度短波長にしている。Fig. 2 と Fig. 3 はそれぞれ当社のリバーサルフィルム RDP3 と E100S の分光透過率と LED 波長を示している。FR330 の R の波長領域では RDP3 の分光透過率が急激に変化しており，E100S の分光透過率と比べて大きな差がある。しかし，FR340 の R の波長領域では RDP3 と E100S で分光透過率に差があまりない。同様に，他のリバーサルフィルムでも FR340 の R の波長領域で分光透過率に差が少なく，読取濃度差を小さくすることができて 1 チャンネル性能を向上させることが可能となった。

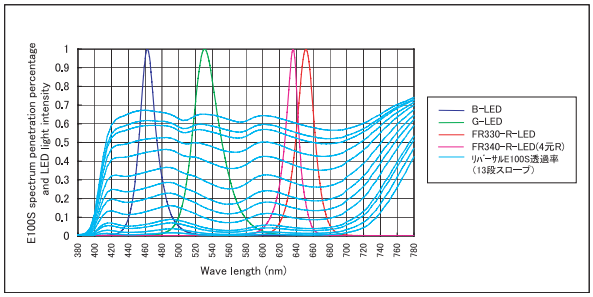


Fig. 2　E100S spectrum penetration percentage and LED light intensity.

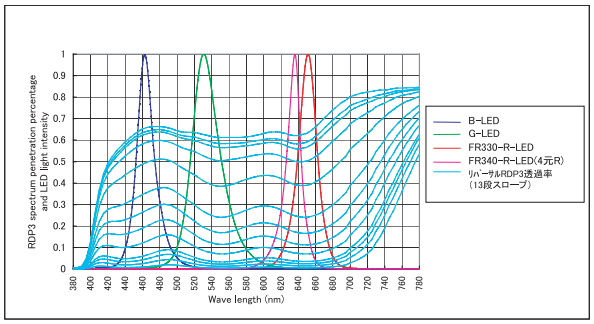


Fig. 3　RDP3 spectrum penetration percentage and LED light intensity.

3.2　マニュアルキャリア

FR340E のオートキャリアは，135/APS 兼用化方式の F330 と同一キャリアを採用したが，マニュアルキャリアでは，フィルムプレスの保持機構を新規追加し，1 コマフィルムをセットする際の操作性を改善した。

4.　プリンター部

4.1　搬出部の速度アップと搬送シーケンス

FR330 に対して，FR340E はプロセッサ部では搬送速度を 20mm/sec から 28mm/sec に速くしている。これに対応してプリンター部搬出部の速度アップと搬送シーケンスを見直すことにより，ペーパー搬送サイクルタイムの短縮を図り，プロセッサ能力をフルに発揮できるようにした。

高速処理化に対応するため，エレキハードも変更を行った。全体制御を司る PC については，より高能力品を採用し，サイクルタイムに大きく影響を与える画像処理については，画像処理を行う DSP 基板を増設することで対応した。画像処理のマザーボード自体も改良を加えたが，FR330 開発時より，将来の拡張性を考慮して画像処理部のマザーボードに余裕を持たせた構造としてあったため，DSP 基板をマザーボードに差し込むことで容易に増設が可能であった。

4.2　濃度計

新規に濃度計 AD200 を開発し，同時にキャリブレーションパターンも変更した。これにより，セットアップ時のキャリブレーションプリント測定時間を，従来の 100 秒から半分以下に短縮することができた。

5.　プロセッサ部

5.1　迅速処理技術

迅速処理は処理液温度が高い（従来処方では，CP-48S　P1 ：38.5 ℃，P2 ～ PS ：38 ℃，迅速処方では CP-49E　P1 ：45.0 ℃，P2 ～ PS ：40 ℃）ため，処理槽に貯留される処理液が空気酸化や熱分解の影響を受けやすく劣化しやすい。このため，迅速処理のプロセッサでは処理液ができるだけ空気に触れないように処理槽の開口面積を低減し，短時間に貯留された処理液が入れ替わるように処理槽の容積を小さくすることが求められる。この問題を解決するための方法として，液中クロスオーバー技術を開発し，世界で初めて FR340E に搭載した。

プリンターでレーザー露光されてプロセッサに送られたカラーペーパーは，現像槽，漂白定着槽を経て水洗処理工程に送られる。感光材料の水洗処理工程は，水洗効率を高めるために，一般的に 3 槽ないしは 4 槽構造の多段カスケード方式を採用している。最初の水洗槽に送られたカラーペーパーは，新鮮な補充液が入ってくる処理下流の槽に向かって次々と槽間を渡って搬送される。液中クロスオーバー技術は，異なる処理液濃度の処理槽間を液中ブレードで仕切り，カラーペーパーが一端液外に出ることなく処理槽間を通過する技術である。カラーペーパーはまったく空中に露出することなく，多段カスケード構造部分を通過することができる。この技術により，感光材料が空気に触れる機会が少なくなるとともに，処理液の開口面積と処理液容量を低減することができる。処理温度が高く，活性の高い処理処方でも従来並の処理液安定性を確保し，優れた閑散処理性能を得ることができた。これまで処理槽間の空中時間は処理時間のロスになっていたが，まったく空中を経由しないため，さらに処理時間を短縮することができた。従来方式の多段カスケード構造と，液中クロスオーバー技術による多段カスケード構造を Fig. 4 に示した。

液中ブレードによる液中クロスオーバーは，従来の空中ターンによるクロスオーバーと比べて搬送負荷抵抗が小さく，搬送信頼性が高いことが確認できた。

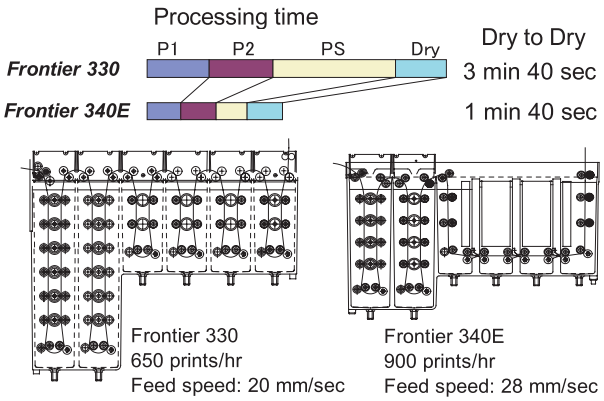


Fig. 4　Comparison conventional paper processor Frontier 330,and new paper processor Frontier 340E. Improved initial-print dry-to-dry.

Fig.5 にFR330の従来のクロスオーバー構造と，FR340Eの液中ブレードによる構造を示した。図中の数字が搬送負荷抵抗である。液中ブレード面に膨潤したカラーペーパーの乳剤面が通過する液中ブレード構造は，通過するカラーペーパーとブレード先端部との間に流体潤滑効果による境界層が形成され，カラーペーパーとブレードは水膜を介して接触することがわかった。このため，ブレードの摩耗やカラーペーパーにスリ傷は生じず，良好なスクイズとシール性能を維持できることが確認できた。

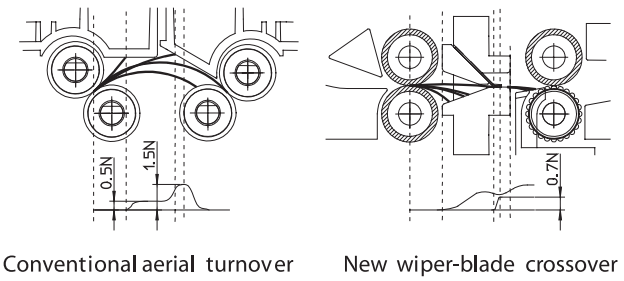


Fig.5　Crossover structure.

FR340Eの水洗処理工程（Fig. 6のPS1～PS4）は，処理槽間を前述の液中ブレード構造で仕切った多段カスケード構造になっている。万一，この3カ所のブレードのいずれかが破損した時には，PS4槽の処理液濃度が上昇することになる。この場合にも，FR340EはPS4槽に装備された新開発のリークセンサによって濃度変化を検出し，異常を早期に検出できるようになっている。PS1～PS3槽の水洗処理槽は，処理液が処理槽の上から下へと循環するダウンフロー方式になっており，処理槽底部に装備されたプリーツフィルターによって20数μm以上の異物を除去し，従来機に対して数十倍のクリーン度でカラーペーパーの汚れや傷の発生を防止し，処理品質の向上を図っている。

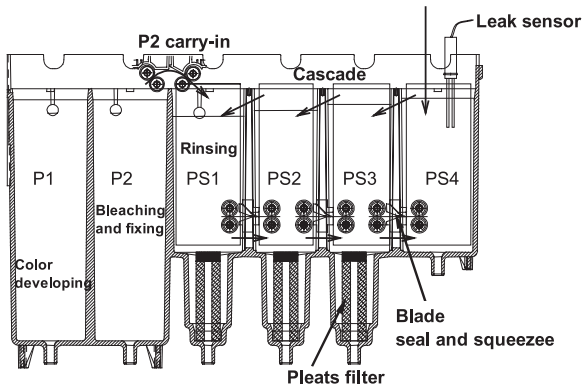


Fig. 6　New paper processing tank.

5.2　高能力乾燥部/集積部

乾燥部はFR330と同じスペースで，約1.4倍の乾燥能力を実現する必要があった。FR330の乾燥は温風を吹き付ける対流によるものであったが，FR340Eでは対流に加えて輻射も利用し，乾燥効率を向上することにした。カラーペーパーに温風を吹き付けるノズルを，黒色に塗装した熱板ノズルとし，温風＋輻射熱で，FR330と同じ乾燥ヒーター容量にて乾燥能力の4割増を実現することができた。

次に，集積部は，乾燥部と同様にFR330と同じスペースで，より多くの件数の仕上がりプリントを集積できるソーターが望まれていた。そこで，Photo 2に示すように独自の積み重ね方式を開発し，安価な方法でTable 2に示したようにソート件数を増やせるようにした。

Photo 2　Sorter of Frontier 340E.

6.　ソフトウェア技術

デジタルイメージングによる高付加価値サービスの発展に伴い，操作が非常に複雑になっている。このため，アルバイトでも熟練者でも使いやすいことをコンセプトとしたソフト開発を行った。具体的には，ミニラボ店ユーザにおけるヒト・モノ・情報の流れを，ワークフロー分析に基づいて本体システムのGUI設計を一新し，初心者から熟練者まで幅広いユーザを対象にしたユーザビリティ評価によって検証した。この施策によって「導入時・稼動時における生産性の向上」

と「市場サポート内容のレベルアップ」を実現した。以下，“Easy & Simple”を軸に新GUIの詳細内容を解説する。

6.1 Easy オペレーション

FR340の“Easyオペレーション”は以下の3点を特徴としている。

a) オペレータが見ただけで理解できる“アイコン化”
b) 使う目的のものを見つけやすい“適正な機能分類”
c) 画面遷移に従って手順どおり操作すれば達成できる“オンスクリーン操作説明”

サービス選択画面は，FR330に代表される従来機ではプルダウンメニューの階層をたどってサービス設定を変更していた（Fig. 7）。これに対して，FR340Eではミニラボ店での実際の使われ方に基づき，注文設定機能をプリント作業画面から独立してメインメニューの項目を併せて再構成した（Fig. 8）。そして，この画面上に存在する大型ボタンの押下によってサービスを切り替えることとした。この際，一目でサービス内容がわかるようにアイコンデザインを工夫した。

また，従来機の作業指示画面は文字情報のみの内容説明に留まっており，一連の作業の中でどの位置にいるのかも不明瞭であった。FR340EではFig.9のように作業内容をイラストにて説明し，取扱説明書を確認することなく作業を進められるようにした。さらに，全作業内容も併せて表示することで次の作業を明示するとともに，前段の点検作業をスキップする操作も可能とした。

Fig.7 Service selection on Frontier 330 (Printing screen).

Fig.8 Service selection on Frontier 340E (Sub main screen).

Fig.9 Screen of the pre-operational checks on Frontier 340E.

6.2 Simple オペレーション

“Simple オペレーション”としては次の3項目を特徴としている。

a) 確認すべきことが画面に大きく明示され，誤操作しにくい“正確性”
b) 視線移動や操作導線を短縮した“高生産性”
c) よく使う操作をワンクリック設定できる“操作のカスタマイズ”

Fig. 10に示すように，注文情報として設定・確認すべき項目をアイコンで図示するとともに，その配置も適切にカテゴライズして操作手順どおりに並べた。また，設定不要な項目を薄色表示とし，通常のプリント作業では使用頻度の低い設定項目は別のカテゴリ（Fig. 10の「処理設定1」のタブ）に配置するなど，表示項目を最適化して視認性を向上した。

プリントサイズ変更はミニラボ店で頻繁に行う操作の1つである。Fig. 11に示すように，従来機では3回の操作が必要であったのに対し，FR340Eでは1アクションで操作が完結するようにした。これは新規に搭載したファンクションキーへのメニュー割り当て機能を利用した。これにより，頻度の高い操作を1キーで呼び出すことを可能にするとともに，ミニラボ店ごとにカスタマイズすることも可能とした。

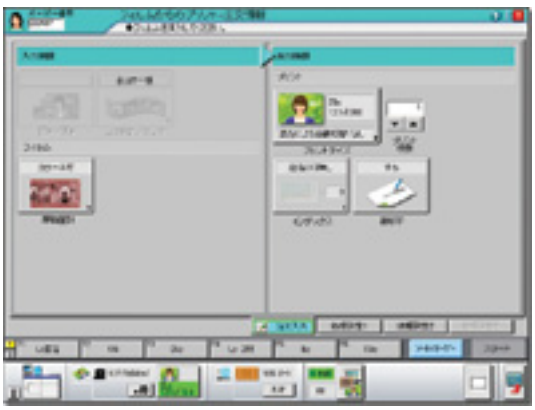


Fig.10 Screen of the order entry on Frontier 340E.

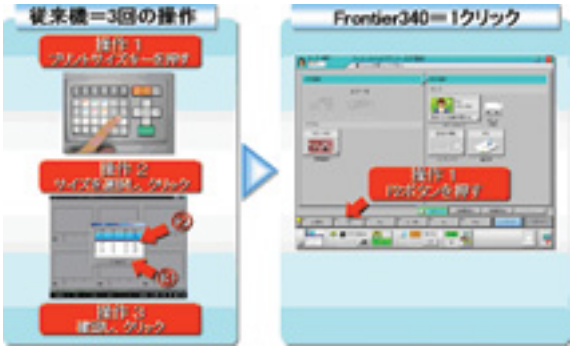


Fig.11　Print size changing operation on the previous model and Frontier 340E.

7.　迅速処理剤技術

FR340E用に新規迅速処理剤CP-49Eを開発した。CP-49Eは，高温迅速処理での処理液の安定化およびリンス工程の迅速化のために下記基幹技術を導入し，Dry to Dry 1分40秒の迅速化を達成した。現用処理CP-48SのDry to Dry 3分40秒に対して大幅な処理時間短縮を実現した。

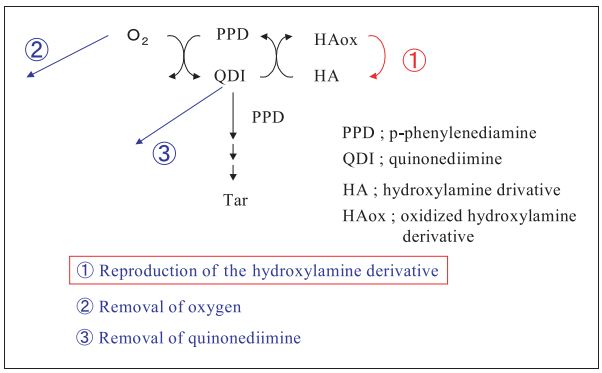
① 発色現像液安定化技術：タール発生防止剤の導入
② 漂白定着液，リンス液安定化技術：硫化防止剤の導入
③ 残色低減技術：2種の新規残色低減剤の導入

7.1　発色現像液の安定化技術

発色現像工程は，処理温度を上げ，現像主薬濃度を増加することで処理時間を短縮した。しかし，現像液の安定性が悪化し，閑散処理において現像主薬劣化によりタール量が増加し，白地や処理タンク汚れが増加する問題があった。そこで，新たにスルフィン酸誘導体によるタール発生防止技術を導入してこの問題を解決し，発色現像工程の迅速化を実現した。

スルフィン酸誘導体を導入することで，経時に伴うタール発生量を1/2に低減することが可能となった。また，現像主薬の経時劣化を1/2に低減し，保恒剤であるヒドロキシルアミン誘導体の経時劣化を2/3に低減し，発色現像液の安定性を大幅に向上することが可能となった。

Scheme 1にスルフィン酸誘導体によるタール発生防止の推定機構を示す。現像主薬（PPD）は空気酸化により酸化体（QD Ⅰ）になり，保恒剤であるヒドロキシルアミン誘導体（HA）に還元されて現像主薬（PPD）が再生される。保恒剤で戻しきれなかった酸化体（QD I）は現像主薬（PPD）と反応し，ポリマー化してタール汚れとなることが知られている。スルフィン酸誘導体のタール発生防止作用として，①保恒剤であるヒドロキシルアミン誘導体の再生，②溶存酸素の低減，③現像主薬酸化体であるキノンジイミンの低減が考えられる。発色現像液経時において，スルフィン酸誘導体の減少量と同量の酸化体であるスルホン酸誘導体が生成していること，スルフィン酸誘導体単独では現像主薬の保恒作用はないことから，タール発生防止作用として①の保恒剤の再生が有力である。



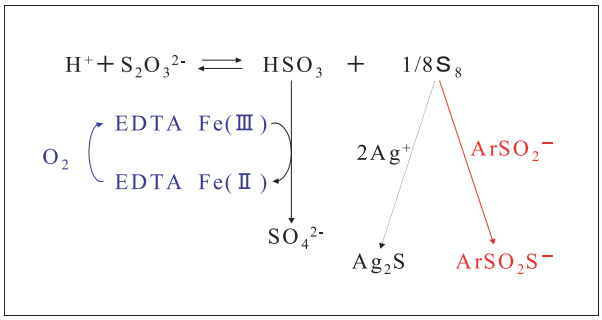
Scheme 1　Proposed mechanisms of tar reduction with a sulfinic acid derivative.

7.2　漂白定着液，リンス液の安定化技術

漂白定着工程は，pHを下げ，温度を上げることで処理時間を短縮した。しかし，漂白定着液および漂白定着液が希釈されたリンス液の安定性が悪化し，閑散処理において定着剤であるチオ硫酸の分解に起因した白地への悪化や処理タンクの硫化汚れが発生する問題があった。そこで，スルフィン酸誘導体による硫化防止技術[4]を導入してこの問題を解決し，漂白定着工程の迅速化を実現した。

スルフィン酸誘導体を導入することで，硫化発生までの経時期間を3倍に延ばすことができ，漂白定着液およびリンス液の安定性を大幅に向上することが可能となった。

Scheme 2にスルフィン酸誘導体による硫化防止機構を示す。定着剤であるチオ硫酸は，保恒剤である亜硫酸が無くなると硫黄を遊離し，硫化銀を生成することが知られている。スルフィン酸誘導体は，この遊離した硫黄と反応してチオスルホン酸誘導体を生成することで硫化反応を防止している。



Scheme 2　Reduction of sulfur formation with the sulfinic acid derivative.

7.3　残色低減技術

リンス工程の処理時間を大幅に短縮すると，カラーペーパーの白地が悪化する問題があった。この主要因は，カラーペーパー乳剤膜中の増感色素の残留量が増加し，白地がイエローおよび/またはマゼンタに着色することに起因する。そこで，下記2種の機能の異なる新規残色低減剤を開発してこの問題を解決し，リンス工

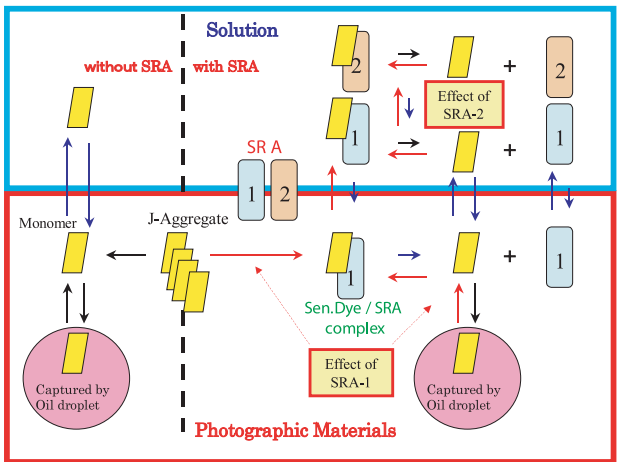
程の大幅な時間短縮を実現した。

残色低減剤－1：従来の残色低減剤と同様のビストリアジニルジアミノスチルベン誘導体に特定の親水性置換基を導入した化合物であり，カラーペーパー膜中の増感色素モノマーを処理液中へ洗い出す効果に優れる。

残色低減剤－2：新規骨格の化合物であり，カラーペーパー膜中から洗い出されて処理液中に蓄積した増感色素がカラーペーパーに再付着することを抑制する効果に優れる。

上記2種の残色低減剤を併用することで，従来技術では洗い出せなかった発色現像液，漂白定着液においても増感色素を洗い出し，かつリンス液中に蓄積した増感色素の再付着を低減することが可能となり，従来のリンス液処理時間を1/3に短縮することが可能となった。

Scheme 3に新規残色低減剤の作用機構の概要を示す。残色低減剤が無い場合，感光材料中で増感色素のJ会合体が溶解してモノマーとなっても，油滴中に取り込まれて洗い出しが遅れる。残色低減剤－1は，増感色素とコンプレックスを形成してJ会合体の溶解を促進し，さらに油滴中の増感色素を捕捉して処理液中への洗い出しを促進していると考えている。洗い出された増感色素は連続処理に伴って処理液中に蓄積し，感光材料に再付着する。残色低減剤－2は，この感光材料への再付着を防止することで残色を低減すると考えている。



Scheme 3　Role of the new stain reducing agents.

8. まとめ

デジタルで実現する超高画質プリントのフロンティアシリーズに，デジタルメディア時代の高付加価値サービスを，簡単操作でスピーディーに提供できる小型迅速デジタルミニラボが加わった。定評あるフロンティアシリーズに，迅速処理システムとSimple & Easyオペレーション機能が新たに追加され，パワーアップした次世代機として市場ニーズを捉えて急速に普及している。

飛躍した小型高能力化と処理時間の短縮は，迅速処理剤技術と機器プロセッサ技術のシステム設計によって初めて実現することができる複合技術であり，ここで紹介したように，メカトロニクス，ソフトウェア，ケミストリーなど，多くの分野の統合技術によって製品化することができた。さらに価値あるソリューションを提供するシステム商品の研究を進めていきたい。本機が，デジカメなどのデジタルソースからの銀塩プリントの普及や高付加価値サービス環境の構築に貢献できると確信する。

参考文献

1) 小澤良夫他. デジタルミニラボFrontier350/370の開発．富士フイルム研究報告. No.45, 35-41 (2000).
2) 山本尚他. デジタルミニラボFrontier390の開発. 富士フイルム研究報告. No.47, 24-30 (2002).
3) 鈴木賢治他. 小型デジタルミニラボ“Frontier330”の開発. 富士フイルム研究報告. No.48, 15-21 (2003).
4) 吉川将, 佐々木博友, 市川真一, 小島哲郎. 漂泊定着用硫化防止剤としてのスルフィン酸誘導体の開発. 日本写真学会誌. **62** (1), 44-49 (1999).

（本報告中にある“FUJICOLOR”，“EVER-BEAUTY”，“シンプルイット”は富士写真フイルム(株)の商標です。）